



(19) RU (11) 2 166 665 (13) C1  
(51) МПК<sup>7</sup> F 03 D 3/02

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

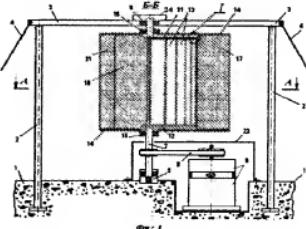
(21), (22) Заявка: 2000104129/06, 21.02.2000  
(24) Дата начала действия патента: 21.02.2000  
(43) Дата публикации заявки: 10.05.2001  
(46) Дата публикации: 10.05.2001  
(56) Ссылки: RU 2039308 C1, 09.07.1995. SU 1657725 A1, 23.06.1991. RU 2008515 C1, 28.02.1994. RU 2029885 C1, 27.02.1995. DE 535624 A, 13.10.1931. WO 90/15927 A1, 27.12.1990.  
(98) Адрес для переписки:  
191185, Санкт-Петербург, ул. Захарьевская  
22, ВИТУ, бюро по изобретательству и  
патентной работе

(71) Заявитель:  
Военный инженерно-технический университет  
(72) Изобретатель: Толмачев В.Н.,  
Боровиков С.Н., Савчук А.Д., Лесина Л.Л.  
(73) Патентообладатель:  
Военный инженерно-технический университет

(54) ВЕТРОДВИГАТЕЛЬ

(57) Реферат:

Изобретение относится к ветротехнике, а именно к ветродвигателям с вертикальной осью вращения. Технический результат, заключающийся в повышении эффективности и надежности ветродвигателя, обеспечивается за счет того, что в ветродвигателе, содержащем конструкционный каркас с опорными подшипниками, узлами вертикального вала, кинематически связанным с потребителем механической энергии, ветроколесо, жестко установленное на валу, полый направляющий аппарат, охватывающий ветроколесо и установленный на валу с возможностью вращения и флюгирования, и образующими конфузорно-диффузорный канал со входом и выходом потока воздуха, и в центре охватывает ветроколесо своим сектором с углом раскрытия 180° и радиусом, большим и сравнимым с радиусом ветроколеса, наружная вертикальная стена, примыкающая к внутренней продольной перегородке, выполнена выпуклостью наружу, регулировочное устройство выполнено в виде центробежного регулятора, взаимодействующего при превышении допустимой угловой скорости ветроколеса с полым направляющим аппаратом. 2 эл. ф-лы, 3 ил.



R U 2 1 6 6 6 5 C 1

R U 2 1 6 6 6 6 5 C 1

Изобретение относится к экологически чистой ветроэнергетике, в частности к ветродвигателям, имеющим вертикальную ось вращения, и может быть использовано для выработки электроэнергии или выполнения механической работы, например, для создания электростанций, в местах, где отсутствует электроэнергия и преобладают постоянные ветры.

Известен ветродвигатель [1], содержащий вертикальный вал с кронштейнами и прикрепленные к ним поворотные лопасти, контактирующие с упорами, выполненными в виде установленных вокруг вала плоских панелей, которые своими краями соединены между собой и кронштейнами, причем каждая из вершин углов, образованных соединениями панелей, расположена на оси симметрии соответствующего кронштейна.

Известен ротор ветродвигателя [2], содержащий вертикальную ось с укрепленной на ней рамой, связанной со стойками, на которых расположены лопасти, установленные на горизонтальных осях с возможностью ограниченного поворота, скрепленные под углом одна к другой и имеющие длину, увеличивающуюся от центра к периферии. Ротор дополнительно снабжен поворотными криволинейными лопастями, шарнирно закрепленными в местах соединений горизонтальных осей и стоек.

Недостатками известных устройств по [1] и [2], являются:

- неуравновешенность ротора ветродвигателя, в связи с использованием поворотных лопастей (и, как следствие, меняющийся центр тяжести всего ротора ветродвигателя), которая приводит к биению ротора, особенно, на больших скоростях вращения (при сильном ветре);

- как следствие, биение ротора приводит к большим динамическим нагрузкам на подшипники оси вращения и на каркас ветроустановок в целом, что, в конечном итоге, ведет к снижению надежности и увеличению удельной материалоемкости ветроустановок;

- механические удары поворотных лопастей об упоры (под воздействием ветра, особенно, сильного) приводят к быстрому выходу из строя сопрягаемых деталей, а также создают повышенный шум (стук), что неблагоприятно сказывается на экологической (шумовой) обстановке района установки (шумовой) обстановке района установки ветродвигателя и, особенно, на обслуживании персонала;

- наличие множества поворотных узлов усложняет конструкцию, снижает ее надежность и увеличивает стоимость установок их обслуживания и ремонта.

Известен ветродвигатель [3], содержащий установленное на вертикальном валу ветроколесо с махами, на периферии которых размещены раскладные прямоугольные лопасти, снабженные "Т"-образные стойками, с ограничителями в виде пиковых связей, одни концы которых связаны со стойками, а другие - с соответствующими вершинами лопастей, а также генератор, кинематически связанный с ветроколесом.

Недостатками известного устройства [3] являются: - неуравновешенность ротора, что требует усиления конструкции и увеличивает его материалоемкость и стоимость;

- механические удары (хлопки) лопастей

(особенно, при сильном ветре), которые могут привести к быстрому выходу лопастей из строя и создают повышенные шумы (вредную акустическую обстановку) для обслуживающего персонала ветродвигателя и в районе его установки в целом.

Известна ветроэлектроустановка [4], содержащая расположенный на фундаменте вертикальный вал с тавровыми с установленными на них лопастями со звездочками, которые связаны соотношением 1:2 цепной передачей с блоком звездочек, соосно размещенным на валу, и электрогенератор, причем вертикальный вал с жестко и соосно закрепленным на нем статором электрогенератора и двумя звездочками установлен с возможностью поворота, а тавровы с лопастями и ротором электрогенератора установлены с возможностью вращения на верхнем конце вала, при этом каждая из звездочек вала связана цепью с одной из половин звездочек лопастей.

Недостатком известного устройства [4] являются:

- динамическая неуравновешенность ротора в результате аэродинамических нагрузок, сложность конструкции и, как следствие, ее низкая надежность и высокая стоимость;

- необходимость частой смазки звездочек с цепными передачами;

- необходимость установки целой системы

сложения за направлением ветра и управления поворотом ветроэнергостановки, что дополнительно снижает ее надежность, и приводит к неудобствам при ручном управлении и требует постоянного обслуживания персонала.

Известен ветрорotor [5], содержащий центральную ось с установленными на ней верхней и нижними крышками, верхний и нижний пояса, укрепленные на центральной оси стены-лопасти, образующие равнобъемные сектора, образованные дугой радиуса пояса, с центром на окружности пояса, при этом стены лопасти выходят за окружность поясов и загнуты под углом к окружности поясов.

Недостатком известного ветряного ротора [5] является его большое гидравлическое сопротивление, так как ротор со стенками-лопастиами представляют собой в проекции на перпендикулярную потоку воздуха плоскость сплошной прямоугольник, не пропускающий сквозь себя поток воздуха, что делает проблематичным его установку на судне в качестве движителя (как указано в патente [5]).

Прототипом предлагаемого изобретения является ветродвигатель [6], содержащий конструкционный каркас с опорными подшипниками вертикального вала, на котором с возможностью вращения установлен полый направляющий аппарат с боковыми стенками, образующими конфузорно-диффузорный канал и, расположение внутри полого направляющего аппарата, жестко установленное на валу ветроколеса с лопастями.

Недостатками прототипа являются

- большое аэродинамическое сопротивление ветроколеса;

- низкий эффект флюгирования полого направляющего аппарата с одной вогнутой

стенкой,

- невозможность автоматического регулирования мощности ветродвигателя и его защиты от перегрузок при порывах ветра, ураганах и т.д.

Указанные недостатки ставят задачу повышения эффективности и надежности ветродвигателя.

Указанныя задача достигается ниже описываемым ветродвигателем, содержащим конструкционный каркас с опорными подшипниками узлами вертикального вала, кинематически связанного с потребителем механической энергии, ветроколесо, жестко установленное на валу, поль корпус - направляющий аппарат, охватывающий ветроколесо и установленный на валу с возможностью вращения и флюгирования, и образующими конфузорно-диффузорный канал вертикальными стенками, одна из которых вогнута во внутрь аппарата, регулировочное устройство ограничения потока воздуха,

ветроколесо выполнено польм и состоит из жестко закрепленных на валу верхнего и нижнего горизонтальных дисков, по периферии которых и между ними неподвижно и равномерно установлены лопасти, установленные под углом к направлению радиуса ветроколеса от  $0^\circ$  до  $180^\circ$ ,

поль направляющий аппарат имеет внутреннюю профильную перегородку, дополнительно образующую конфузорно-диффузорный канал соответственно со входа и выхода потока воздуха, и в центре охватывает ветроколесо своим сектором с углом раскрытия  $180^\circ$  и радиусом, большим и сравнимым с радиусом ветроколеса, а наружная стена, примыкающая к внутренней продольной перегородке, выполнена выпуклостью наружу, регулировочное устройство ограничения потока воздуха выполнено в виде автоматического самодействующего центробежного регулятора, установленного на ветроколесе и взаимодействующего при превышении допустимой угловой скорости с попым направляющим аппаратом,

поль направляющий аппарат в проекции на горизонтальную плоскость вписан в окружность, имеющую единый центр с ветроколесом, конфузорная часть польного направляющего аппарата выполнена более короткой и широкой, чем соответственно его диффузорная часть,

регулировочное устройство ограничения потока воздуха выполнено в виде установленного на верхнем горизонтальном диске ветроколеса с возможностью вращения на оси "Т"-образного коромысла, на вертикальном плече которого расположена груз, а на горизонтальном плече - жестко укреплена фрикционная накладка, взаимодействующая при превышении допустимой угловой скорости ветроколеса с внутренней поверхностью польного направляющего аппарата.

Введение польного ветроколеса, жестко установленного на валу и состоящего из жестко закрепленных на валу верхнего и нижнего горизонтальных дисков, по периферии которых и между ними неподвижно и равномерно установлены лопасти, необходимо для уменьшения гидравлического сопротивления ветроколеса и повышения его

эффективности.

Введение угла установки лопастей к его радиусу в диапазоне от  $0^\circ$  до  $180^\circ$ , необходимо для выбора оптимального угла установки, который зависит от конфигурации и размеров конфузорно-диффузорного канала польного направляющего аппарата, а также типа и формы лопаток, которые могут быть самых различных видов.

Введение в корпус польного направляющего аппарата внутренней профильной перегородки, дополнительно образующей конфузорно-диффузорный канал соответственно со входа и выхода потока воздуха, и в центре охватывающей ветроколесо своим сектором с углом раскрытия  $180^\circ$  и радиусом, большим и сравнимым с радиусом ветроколеса, необходимо для повышения эффективности направляющего аппарата с ветроколесом в целом, то есть КПД ветродвигателя.

Введение наружной вертикальной стенки, которая примыкает к внутренней профильной вертикальной перегородке польного направляющего аппарата, выполненной выпуклостью наружу, необходимо для повышения способности флюгирования корпуса польного направляющего аппарата в целом.

Выполнение по форме корпуса польного направляющего аппарата так, что он в проекции на горизонтальную плоскость вписан в окружность (по крайней мере третия, из своих четырех углов, - в четвертый угол находится внутри данной окружности), с одним центром с ветроколесом, необходимо для определения зоны вращения польного направляющего аппарата, которая определяет размеры конструкционного каркаса ветродвигателя и возможную зону сквозного (для ветра) ограждения с целью обеспечения безопасности.

Выполнение конфузорной части польного направляющего аппарата более короткой и широкой, чем соответственно его диффузорная часть, необходимо для повышения способности флюгирования корпуса польного направляющего аппарата в целом.

Введение регулировочного устройства ограничения потока воздуха, выполненного в виде самодействующего центробежного регулятора, установленного на ветроколесе и взаимодействующего при превышении допустимой угловой скорости с польным направляющим аппаратом и отключающего последний в сторону вращения ветроколеса пропорционально силе ветра (то есть угловой скорости вращения ветроколеса, при ее превышении), необходимо для уменьшения потока воздуха на ветроколесе и его предохранения от перегрузок и поломок.

Выполнение самодействующего центробежного регулятора, установленного на верхнем горизонтальном диске ветроколеса с возможностью вращения на оси "Т"-образного коромысла, на вертикальном плече которого расположена груз, а на горизонтальном плече - жестко укреплена фрикционная накладка, взаимодействующая при превышении допустимой угловой скорости ветроколеса с внутренней поверхностью польного направляющего аппарата, представляет собой один из возможных вариантов (один из простых и надежных вариантов) выполнения

регулятора-устройства ограничения потока воздуха.

Выполнение ветродвигателя в совокупности с вышеизложенными признаками (отличительными признаками формулы изобретения) является новым для ветродвигателей, и, следовательно, соответствует критерию "новизна".

Вышеприведенная совокупность отличительных признаков не известна на данном уровне развития техники и не следует от общизвестных правил конструирования ветродвигателей и их вспомогательного оборудования, что доказывает соответствие критерия "изобретательский уровень".

Конструктивная реализация ветродвигателя с указанной совокупностью существенных признаков не представляет никаких конструктивно-технических и технологических трудностей, откуда следует соответствие критерию "промышленная применимость".

На фиг. 1 представлен вид ветродвигателя спереди с разрезами подшипниковых узлов и разборного кожуха кинематического соединения по Б-Б.

На фиг. 2 представлен схематический разрез ветродвигателя по А-А (вид сверху).

На фиг. 3а) представлена выноска I в разрезе по фронтальной плоскости и (на фиг. 3б) по линии В-В (регулировочного устройства ограничения потока воздуха в виде автоматического самодействующего центробежного регулятора).

Ветродвигатель содержит (фиг. 1) конструкционный каркас, расположенный на основании 1 (бетонной плите, грунта и так далее), и состоит из вертикальных стоеч 2, верхней перекладины 3, растяжек 4 и опорных подшипниковых узлов, соответственно, нижнего 5, расположенного на основании 1, и верхнего 6 - в центре перекладины 3. В опорных подшипниковых узлах 5 и 6 установлен вертикальный вал 7, кинематически связанный ременной 8, цепной или другой передачей с потребителем механической энергии 9, например, электрогенератором с редуктором. На валу 7 установлено ветроколесо 10 (фиг. 1 и 2), состоящее из жестко закрепленных на валу 7 соответственно верхнего 11 и нижнего 12 горизонтальных дисков, по периферии которых и между ними неподвижно и равномерно установлены лопасти 13. Полый направляющий аппарат 14, охватывающий ветроколесо 10 установлен на валу 7 (с возможностью вращения и флигирования), соответственно, на нижнем 15 и верхнем 16 подшипниках. Вертикальные стеки (фиг. 2 и 1) образуют конфузорный канал 19 на входе в ветроколесо 10 и диффузорный канал 20 на выходе воздуха из ветроколеса 10. Вертикальная внутренняя стена (перегородка) 18 охватывает ветроколесо 10 своим сектором с углом раскрытия 180°. Стену 18 с внешней стороны полого направляющего аппарата 14 закрывает вертикальная стенка 21, которая выпукла наружу и образует внутри аппарата 14 между собой и стенкой 18 замкнутую полость 22. Кинематическое соединение 8 вала 7 с потребителем механической энергии 9 (электрогенератором с редуктором) снабжено разборным чехлом 23, необходимым для защиты последних и нижнего подшипникового узла 5 от внешних

воздействий. Верхний подшипниковый узел 6 закрыт крышкой 24. Регулировочное устройство ограничения потока воздуха (фиг. 1 выноска 1 и фиг. 3а) и (фиг. 3б) содержит установочную в вырезе 25 верхнего диска 11 ветроколеса 10 с возможностью вращения на оси 26, "О"-образные коромысла 27, на вертикальном плече которого расположены груз 28, а на горизонтальном плече коромысла 27 жестко укреплена фрикционная накладка 29. Для удобства монтажа и регламента ось 26 укреплена пластинаами 30 с разъемными соединениями, например винтовыми.

Мощность электрогенератора ветродвигателя может составлять от 5 до 100 кВт, в зависимости от размеров электродвигателя. Установка ветроколеса ветродвигателя предпочтительна на высотах, не менее 10-12 метров.

Ветродвигатель работает следующим

образом. Поток движущегося воздуха (фиг. 2 и 1), набегая на польй направляющий аппарата 14, благодаря вогнуто-выпуклому

(соответственно стенки 17 и 21 аппарата 14) исполнению и использованию эффекта флюгирования, автоматически поворачивает

аппарат 14 конфузорным каналом 19 против потока и в таком положении устойчиво удерживается до тех пор, пока ветер не

изменит своего направления. Поток входящего воздуха сжимается в конфузорном канале 19 (образованном передними участками стенок

17 и 18), и при этом происходит увеличение скорости потока воздуха и направление его на лопасти 13 ветроколеса 10, от которого

ветроколесо 10 получает вращающий момент, который через вал 7 и кинематическую связь 8 передает потребителю механической энергии

9 (электрогенератору с редуктором). Из ветроколеса 10 поток воздуха попадает в диффузорный канал 20, где он расширяется

(скорость потока при этом падает) и выходит из аппарата 14. При сильном ветре (или при сильных порывах ветра) ветроколесо 10

начинает вращаться с угловой скоростью, близкой к допустимой (критической), при этом (фиг. 3) груз 28 коромысла 27 центробежной

силой отклоняется по радиусу ветроколеса 10 и поднимает свою горизонтальную полку с фрикционной пластиной 29, которая

взаимодействует с полым направляющим аппаратом 14 (третья внутреннюю поверхность верхней крышки аппарата 14) и тем самым

поворачивает последний (против силы, создаваемой эффектом флюгирования аппарата 14) в сторону вращения ветроколеса

10, при этом поток воздуха, поступающий в конфузорный канал 19 и, соответственно, на ветроколесо 10 уменьшается и скорость его

вращения падает. При сильном постоянном ветре может наступить устойчивое равновесное положение аппарата 14 под

некоторым углом к направлению ветра, когда силы трения автоматического центробежного регулятора будут уравновешены аэродинамической силой флюгирования

При обслуживании ветродвигателя и его  
семоните, для обеспечения неподвижности  
ветроколеса 10 достаточно развернуть  
аппарат 14 его выпуклой стенкой против  
направления ветра и зафиксировать его в  
таком положении каким-либо способом  
(например, при помощи дополнительных  
растяжек).

Технико-экономическое преимущество изобретения заключается в том, что по сравнению с прототипом предложенного ветроколеса обладает меньшим гидравлическим сопротивлением и, следовательно, оказывает меньшие нагрузки на вал и конструкционный каркас, что повышает их надежность и долговечность. Уменьшение гидравлического сопротивления ветроколеса, наряду с правильным выбором угла установки лопастей, приводит к повышению эффективности ветроколеса (КПД) и ветродвигателя в целом. И этому же способствует наличие в центре полукруглой (охватывающей ветроколесо) дополнительной перегородки 18 (уменьшаются завихрения воздуха после выхода потока из ветроколеса). Выполнение одной из стенок выпускной, а также конфузорной части аппарата 14 более широкой и короткой, чем его диффузорная часть позволяет усилить эффект флюгирования аппарата 14. Это позволяет в свою очередь уменьшить размеры аппарата 14, уменьшить его материальную стоимость, а также уменьшить нагрузку на вал 7 и подшипниковые узлы. Выполнение регулировочного устройства ограничения потока воздуха в виде автоматического центробежного ограничителя позволит предохранять ветродвигатель от перегрузок и поломок и обеспечить высокую надежность и долговечность ветродвигателя в целом, а также при эксплуатации ветродвигателя обойтись минимальным числом обслуживающего персонала. Целью повышения надежности и долговечности служит и использование разборного чехла 23 кинематического соединения вала с преобразователем механической энергии 9, состоящего из электрогенератора с редуктором. Разборный чехол кинематического соединения вала с преобразователем механической энергии необходим для защиты последнего от воздействия атмосферных осадков и пыли, а также для оперативного доступа при техническом обслуживании или ремонте.

## Источники информации

- 1 - Патент Российской Федерации N 20299885, 6 F 03 D 3/00, 3/06, 27.02.96 г. Бюл. N 6.
- 2 - Патент Российской Федерации N 20299886, 6 F 03 D 3/06, 27.02.96 г. Бюл. N 6.
- 3 - Патент Российской Федерации N 2059877, 6 F 03 D 1/00, 25.02.91 г.
- 4 - Патент Российской Федерации N 2030777, 6 F 03 D 3/02, 7/06, 10.03.95 г. Бюл. N 7.
- 5 - Патент Российской Федерации N 2008515, 5 F 03 D 3/06, 28.02.94 г. Бюл. N 4
- 6 - Патент Российской Федерации N

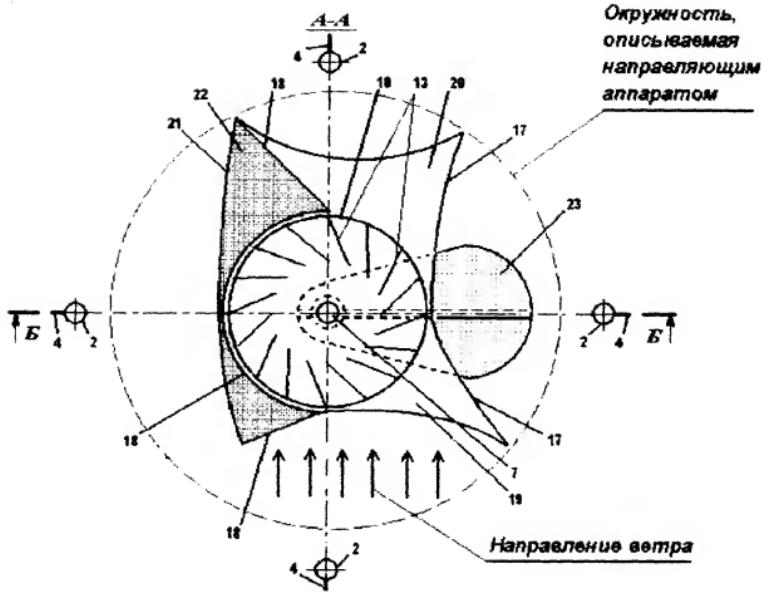
2039308, 6 F 03 D 3/02, 09.07.95 г. Бюл. N 19.

## Формула изобретения:

1. Ветродвигатель, содержащий конструкционный каркас с опорными подшипниковыми узлами вертикального вала, кинематически связанный с потребителем механической энергии, ветроколесо, жестко установленное на валу, полый направляющий аппарат, охватывающий ветроколесо и установленный на валу с возможностью вращения и флюгирования, и образующими конфузорно-диффузорный канал вертикальными стенками, одна из которых вогнута вовнутрь аппарата, регулировочное устройство ограничения потока воздуха, отличающийся тем, что ветроколесо выполнено полым и состоит из жестко закрепленных на валу верхнего и нижнего горизонтальных дисков, по периферии которых и между ними неподвижно и равномерно установлены лопасти под углом к направлению радиуса ветроколеса 0 - 180°, полый направляющий аппарат имеет внутреннюю вертикальную профильную перегородку, дополнительно образующую конфузорно-диффузорный канал в соответствии со входом и выходом потока воздуха, и в центре охватывает ветроколесо своим сектором с углом раскрытия 180° и радиусом, большим и сравнимым с радиусом ветроколеса, а наружная вертикальная стена, примыкающая к внутренней продольной перегородке, выполнена выпуклостью наружу, регулировочное устройство ограничения потока воздуха выполнено в виде автоматического самодействующего центробежного регулятора, установленного на ветроколесе и взаимодействующего при превышении его допустимой угловой скорости с полым направляющим аппаратом.
2. Ветродвигатель по п.1, отличающийся тем, что полый направляющий аппарат в проекции на горизонтальную плоскость вписан в окружность, имеющую единий центр с ветроколесом, конфузорная часть полого направляющего аппарата выполнена более короткой и широкой, чем соответственно его диффузорная часть.
3. Ветродвигатель по п.1, отличающийся тем, что регулировочное устройство ограничения потока воздуха выполнено в виде установленного на верхнем горизонтальном диске ветроколеса с возможностью вращения на оси Г-образного коромысла, на вертикальном плече которого расположена груз, а на горизонтальном плече жестко укреплена фрикционная накладка, взаимодействующая при превышении допустимой угловой скорости ветроколеса с внутренней поверхностью полого направляющего аппарата.

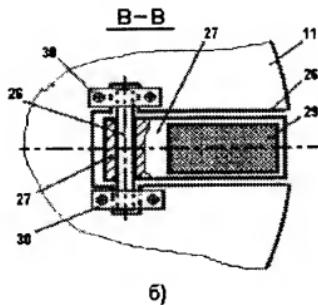
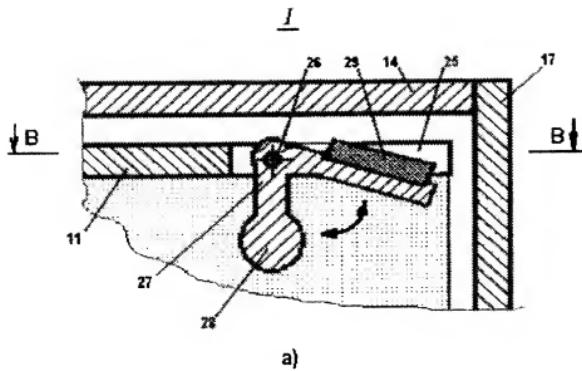
5 5

6 0



Фиг.2

R U 2 1 6 6 6 6 5 C 1



Фиг. 3

R U 2 1 6 6 6 6 5 C 1